

去除煤矿生活污水二级生化处理出水中 NH₃-N 的试验研究

赵 玲

(淮南矿业集团有限责任公司, 安徽淮南 232001)

摘要: 采用间歇式静态杯罐试验方法, 对残余NH₃-N浓度5~15mg/L的某煤矿生活污水二级生化处理出水进行了次氯酸钠氧化法去除研究, 考察了不同的次氯酸钠溶液投加量和不同反应时间等因素对NH₃-N去除效果的影响, 研究了反应期间pH的变化情况。试验结果表明, 次氯酸钠氧化法可以有效地去除残余NH₃-N, 对于本试验中的某煤矿生活污水二级生化处理出水, 在最佳次氯酸钠投药量为0.1%(V_{cl} / V_{H_2O}), 最佳反应时间在30~50min, 其对NH₃-N去除率为65.3%, 经过氧化处理后, 其水质可以达到工业循环冷却水处理设计规范(GB50050-2007)中对NH₃-N ≤ 5mg/L的要求。

关键词: 煤矿生活污水; 氨氮; 次氯酸钠

中图分类号: X703

文献标识码: A

文章编号: 1006-8759(2010)03-0014-04

EXPERIMENTAL STUDY TO REMOVE AMMONIA NITROGEN FROM SECONDARY BIOCHEMICAL TREATMENT EFFLUENT OF COAL MINE SEWAGE

ZHAO Ling

(Huainan Mining Group Corporation Limited, Huainan 232001, China)

Abstract: This paper studied the sodium hypochlorite process to remove ammonia nitrogen, concentration from 5 to 15 mg/L, from secondary biochemical treatment effluent of coal mine sewage by the methods of static batch jar tests. It discussed the affects to remove ammonia nitrogen by different dosing of sodium hypochlorite solution and reaction time and the variable situations of pH during the reaction process. The experimental results indicated that the remnant ammonia nitrogen could be removed effectively by sodium hypochlorite process. In view of the secondary biochemical treatment effluent of coal mine sewage, the optimal dosing of sodium hypochlorite is 0.1% (V_{cl} / V_{H_2O}), the optimal reaction time is from 30min to 50min, the removal efficiency is 65.3%, and NH₃-N is less than or equal to 5mg/L. The quality of effluent could be satisfied for code for design of industrial recirculating cooling water treatment (GB50050-2007).

Keywords: coal mine sewage; ammonia nitrogen; sodium hypochlorite

如坑口电厂循环冷却水,是解决矿区缺水问题的途径之一。由于原来煤矿生活污水经二级生化处理后作为达标排放执行《污水综合排放标准》(GB8978-1996),该标准中一级排放要求的出水水质 $\text{NH}_3\text{-N} \leq 15\text{mg/L}$,其值通常在 $5\sim 15\text{mg/L}$ 之间。 $\text{NH}_3\text{-N}$ 对某些金属,特别是对铜质材料具有腐蚀性,当作为循环冷却水回用时,需要考虑冷却设备和管路系统的腐蚀问题。因此,原有煤矿生活污水经二级生化处理后,还必须进行深度处理以后才能作为电厂循环冷却水。在深度处理工艺过程中, $\text{NH}_3\text{-N}$ 的去除尤为重要,一般循环冷却水要求 $\text{NH}_3\text{-N}$ 浓度低于 5mg/L 。因此,寻求一种简单易行的 $\text{NH}_3\text{-N}$ 去除方法是目前煤矿生活污水深度处理工艺研究的重点之一。

目前水处理过程中对于 $\text{NH}_3\text{-N}$ 的去除主要有四种方法:①折点加氯法;②氨吹脱法;③选择性离子交换法;④生物法。在各种物化去除 $\text{NH}_3\text{-N}$ 的方法中,通过折点加氯的方法较为简单。理论上脱除 $1\text{mgNH}_3\text{-N}$ 需消耗 7.6mg 的有效氯,但具体的氯耗量会随水质的不同而不同;氨吹脱工艺受温度影响较大,由于水中碳酸钙结垢容易在吹脱塔的填料上沉积,可使塔板完全堵塞,另外,吹脱塔的投资很高。选择性离子交换法由于再生液需要再次脱氨,在沸石交换床内,氨解吸塔及辅助配管内存在碳酸钙沉积,废水中有机物易造成沸石堵塞而影响交换容量,须用各种化学及物理复苏剂除去粘附在沸石上的有机物;目前大量采用的方法是生物法脱氨,但其基建投资大,增加污水处理厂的负担,加大废水回用成本。

本文以某煤矿生活污水二级生化处理后的出水为间歇试验原水,研究了次氯酸钠氧化法去除 $\text{NH}_3\text{-N}$ 的特性,探讨了 pH 值、药剂投加量和反应时间等因素对去除 $\text{NH}_3\text{-N}$ 效果的影响,并考察了次氯酸钠去除 $\text{NH}_3\text{-N}$ 工艺的经济合理性。

1 试验材料与方法

1.1 试验水质

试验原水取自某煤矿生活污水二级生化处理后的出水,该水水质如下:

$\text{COD}_{\text{Cr}} 50\text{mg/L}$, $\text{NH}_3\text{-N} 12.9\text{mg/L}$, $\text{SS} 15\text{mg/L}$ 。

1.2 试验仪器与设备

试验主要设备有磁力搅拌机、转子;辅助设备有分光光度计、PHS-3 型酸度计、移液管、秒表、1 000 mL 大烧杯等器具。试验药剂为工业次氯酸钠

(有效氯含量 10%), 试验中配制成有效氯含量 5% 使用液。

1.3 试验方法:

试验条件为间歇杯罐试验:①分别取水样 1 000 mL 于 1 000 mL 烧杯中,置于磁力搅拌器上,调整磁力搅拌器转速 200r/min , NaClO 投加方式为液体投加,分别投加定量的 NaClO 溶液,投加量 ($V_{\text{cl}} / V_{\text{H}_2\text{O}}$) 0.025% 、 0.05% 、 0.1% 、 0.2% 、 0.5% ,考察不同浓度下的药剂投加量对于 $\text{NH}_3\text{-N}$ 的去除效果;②分别取水样 1 000 mL 于 1 000 mL 烧杯中,置于磁力搅拌器上并调整磁力搅拌器转速 200r/min ,分别投加 NaClO 溶液 ($V_{\text{cl}} / V_{\text{H}_2\text{O}}$) 0.05% 和 0.1% ,反应开始后每 10min 分别取样,考察在两种不同药剂投加量的情况下,反应时间与 $\text{NH}_3\text{-N}$ 去除效果的关系,取样的同时测定混合液 pH 值变化情况。

2 试验结果分析与讨论

2.1 NaClO 投加量对于 $\text{NH}_3\text{-N}$ 去除的影响试验

为考察 NaClO 投加量对 $\text{NH}_3\text{-N}$ 去除效果的影响,分别选取不同投加剂量的 NaClO 溶液,具体试验结果如图 1a、图 1b 所示。

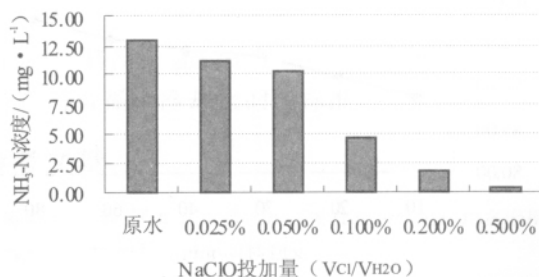


图 1a 不同 NaClO 投加量与 $\text{NH}_3\text{-N}$ 出水浓度关系

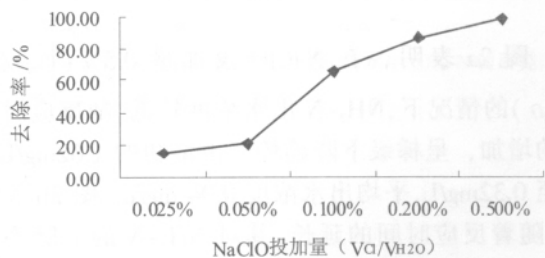


图 1b 不同 NaClO 投加量与 $\text{NH}_3\text{-N}$ 去除率关系

在原水 $\text{NH}_3\text{-N}$ 浓度相同的情况下,投加不同剂量的 NaClO 溶液,反应后出水 $\text{NH}_3\text{-N}$ 的浓度随着 NaClO 的量的增加而呈梯级下降,如图 1a 所

示。在投加量(V_{cl} / V_{H_2O})0.025%、0.05%、0.1%、0.2%、0.5%时,对于 NH_3-N 的去除率分别为14.8%、20.6%、65.3%、86.4%、97.6%,去除率随投加量的增加而增加,当投加量为(V_{cl} / V_{H_2O})0.5%时,去除率高达97.6%,出水 NH_3-N 浓度仅为0.32mg/L,如图1b所示。

2.2 反应时间对于 NH_3-N 去除效果的影响试验

为考察NaClO与生活污水反应时间对于 NH_3-N 去除效果的影响,分别进行了NaClO投药量体积比(V_{cl} / V_{H_2O})0.5%与0.1%时反应时间与去除效果的对比试验,其反应时间与 NH_3-N 去除效果见图2a、图2b。

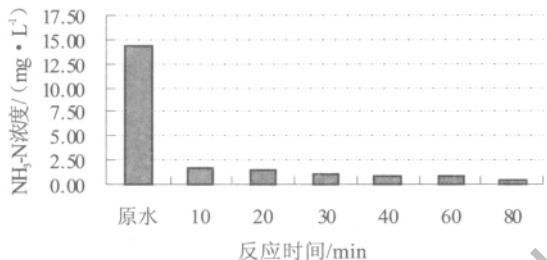


图2a NaClO投药量0.5%(V_{cl} / V_{H_2O})时反应时间与 NH_3-N 浓度

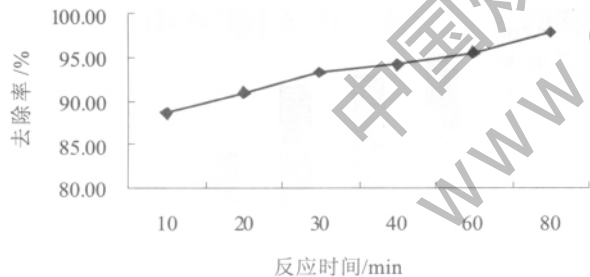


图2b NaClO投药量0.5%(V_{cl} / V_{H_2O})时反应时间与 NH_3-N 浓度

图2a表明,在NaClO投加量0.5%(V_{cl} / V_{H_2O})的情况下, NH_3-N 出水浓度较低,随反应时间的增加,呈梯级下降趋势,由最初的1.62mg/L降至0.32mg/L,平均出水浓度0.94 mg/L。图2b表明,随着反应时间的延长,其对 NH_3-N 的去除率呈线性升高趋势但增幅不大,在反应80min里去除率由88.7%增加到97.8%,平均去除率93.4%。因此,较佳的反应时间应为与达到平均去除率所需的时间,由试验来看,应在30~50min左右。

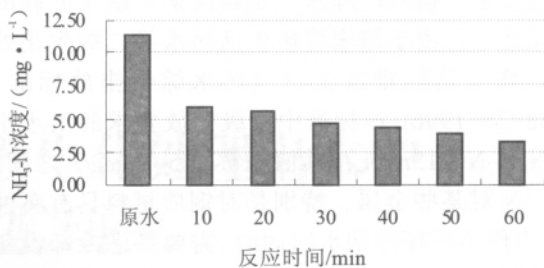


图3a NaClO投药量0.1%(V_{cl} / V_{H_2O})时反应时间与 NH_3-N 浓度变化

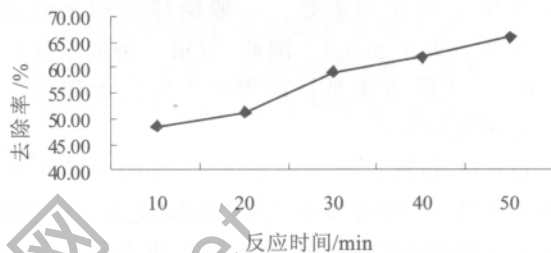
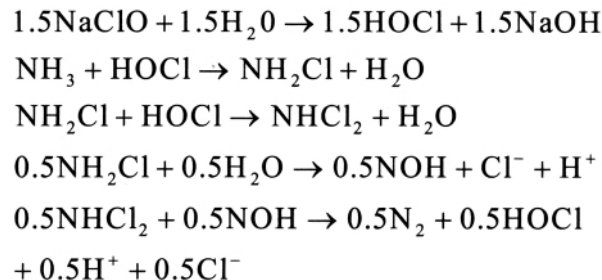


图3b NaClO投药量0.1%(V_{cl} / V_{H_2O})时反应时间与 NH_3-N 去除率变化

由图3a可以看出,在低NaClO投加量(0.1%)的情况下, NH_3-N 出水浓度较高,随着反应时间的增加,呈梯级下降趋势,这与高剂量情况相一致, NH_3-N 浓度由最初的5.9 mg/L降至3.2 mg/L。随着反应时间的增加,其对 NH_3-N 的去除率呈线性升高趋势且增幅不大,这也与投药体积比0.5%情况下相同,在反应的50min里去除率由48.3%增加到65.9%,其较佳的反应时间理论值在30~50min左右,其结果与投药体积比0.5%情况下相一致。

2.3 NaClO的投加对于反应后水质pH值的影响

有研究表明,以分子形式存在的 NH_3 比铵(NH_4^+)离子更容易被氯氧化。认为次氯酸钠氧化法除 NH_3-N 的最佳pH值在7.5~8.5。NaClO氧化法除 NH_3-N 的反应机理可用下列化学方程式表式:



总反应式为:

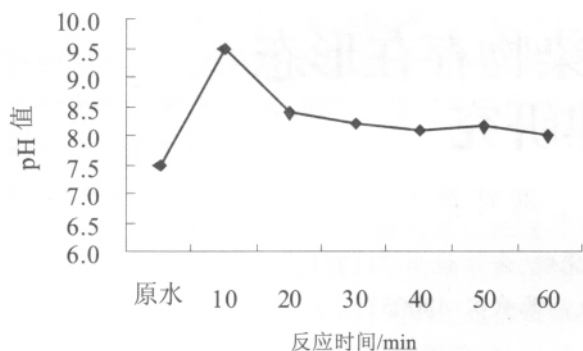


图 4a NaClO 投药量 $0.5\%(V_{cl}/V_{H_2O})$ 时反 pH 值变化

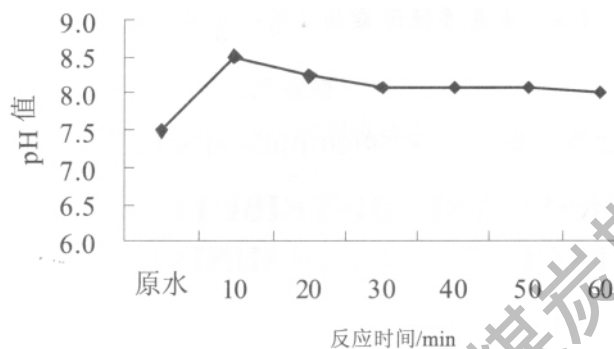


图 4b NaClO 投药量 $0.1\%(V_{cl}/V_{H_2O})$ 时反 pH 值变化

图 4a、图 4b 表明,不论在较高 NaClO 投药量 $0.5\%(V_{cl}/V_{H_2O})$ 或较低 NaClO 投药量 $0.1\%(V_{cl}/V_{H_2O})$ 的情况下,由于 NaClO 的加入,pH 值都会有一定程度的升高后又趋于下降,最终稳定在某一程度。升高的幅度与投加的氧化剂的量有关。由图 4a 可知, NaClO 投药量 $0.5\%(V_{cl}/V_{H_2O})$ 反应时,pH 值变化范围较大,其值由反应开始时的 9.5 降至 8.1 左右并稳定,所需时间约 30~40min。而 NaClO 投药量 $0.1\%(V_{cl}/V_{H_2O})$ 情

况下,pH 值由反应开始的 8.44 降至 8.0 并稳定,所需时间 30min 左右且在低剂量投加时,pH 变化在反应最佳 pH 值范围内。

3 结论

(1)在煤矿生活污水二级生化水中投加工业 NaClO 溶液(含有效氯 10%),可以有效地去除水中残余 $\text{NH}_3\text{-N}$,去除率随投加量的增加而升高,考虑处理成本及回用标准,一般在 NaClO 投加量 $(V_{cl}/V_{H_2O})0.1\%$ 时,即可达到回用的要求,按工业次氯酸钠市场价 700 元/吨左右计算,吨水新增处理成本 0.35 元左右。

(2)在 NaClO 溶液投加量 (V_{cl}/V_{H_2O}) 分别为 0.025%、0.05%、0.1%、0.2%、0.5% 时,对 $\text{NH}_3\text{-N}$ 的去除率分别为 14.8%、20.6%、65.3%、86.4%、97.6%,可以根据回用标准采用不同的投加剂量。

(3)利用 NaClO 氧化法去除煤矿生活污水二级处理出水中 $\text{NH}_3\text{-N}$,一般在反应 30~50min 左右就能够达到较好的去除效果,且不受投药量的影响,随着反应时间的延长,去除率增幅较小,其最佳反应时间在 30~50min 之间。

(4) NaClO 氧化法除 $\text{NH}_3\text{-N}$ 的最佳 pH 值在 7.5~8.5,在 NaClO 溶液投加量 (V_{cl}/V_{H_2O}) 为 0.1% 时,其反应 pH 值维持在 8.0 左右,最终出水 pH 值符合循环冷却水回用标准。

参考文献

- [1]周如禄,宁静等.矿区生活污水深度处理后作电厂用水应用研究.煤炭科学技术.2008,36(7):1~2,37.
- [2]Metcalf Eddy. Wastewater Engineering:Treatment and Reuse[M]. New York:McGraw-Hill Book Co.,2003,519:1235~1238.
- [3]顾庆龙.次氯酸钠氧化法脱除二级生化出水中 $\text{NH}_3\text{-N}$ 的中试研究.环境科学与管理.2007,32(12):97~99.
- [4]张胜利,刘丹等.次氯酸钠氧化脱除废水中 $\text{NH}_3\text{-N}$ 的研究.工业用水与废水.2009,3(40):23~26.